



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1747877 A1

(51)5 G 01 B 11/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4796932/28

(22) 28.02.90

(46) 15.07.92, Бюл. № 26

(71) Северо-Западный заочный политехнический институт

(72) И.А.Торчинский, А.Б.Федорцов и Ю.В.Чуркин

(53) 531.717.1(088.8)

(56) Резвый Р.Р. Эллипсометрия в микроэлектронике. М.: Радио и связь, 1983.

Ржанов А.В. и др. Основы эллипсометрии. Новосибирск, Наука, 1979.

Эллипсометрия и поляризованный свет/Под ред. Ржанова А.В. М.: Мир, 1981, с. 583.

Батавин В.В. и др. Измерение параметров полупроводниковых материалов и структур. М.: Радио и связь, 1985, с. 264.

Просветление оптики/Под ред. Гребенщикова И.В. М.-Л., 1946. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Мир, 1962.

Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. М., 1987, с. 239.

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для определения толщины полупроводниковых слоев (прозрачных пленок) в электронной промышленности, в частности для измерения толщины мембран в тензодатчиках, и может быть использовано в приборостроении и машиностроении.

Известны неразрушающие способы измерения толщины тонких прозрачных пленок, в частности с помощью лазерной эллипсометрии, основанный на анализ изменения поляризации пучка поляризован-

2

(54) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ

(57) Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для определения толщины полупроводниковых слоев (прозрачных пленок) в электронной промышленности (в частности, для измерения толщины мембран в тензодатчиках). Кроме того, изобретение может быть использовано в приборостроении и машиностроении. Целью изобретения является повышение производительности измерений. На измеряемый слой направляют монохроматическое излучение, регистрируют отраженное излучение. Изменяют угол падения излучения и получают угловую зависимость интенсивности отраженного излучателя. Толщину слоя определяют по угловому расстоянию между экстремумами полученной зависимости. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

ного света при его отражении от исследуемого объекта. По эллипсометрическим параметрам – углам Δ и ψ – судят о толщине измеряемой пленки.

Известен также способ измерения толщины полупроводниковых слоев, основанный на явлении интерференции, заключающийся в том, что на измеряемый слой направляют излучение с широким спектром длин волн оптического диапазона; отраженное слоем (или прошедшее через него) излучение пропускают через монохроматор, регистрируют его интенсивность, пу-

BEST AVAILABLE COPY

(19) SU (11) 1747877 A1

тем сканирования монохроматором по длинам волн получают спектральное распределение интенсивности отраженного слоем (или прошедшего через него) пучка и по спектральному расстоянию между экстремумами полученной зависимости определяют толщину слоя.

Однако данный способ характеризуется недостаточной для производственных условий скоростью измерений. Монохроматор выделяет из всего спектра источника излучения лишь малую часть потока излучения, имеющую заданную длину волны, из-за этого интенсивность регистрируемого излучения уменьшается, и для получения достаточно информативного на фоне шумов сигнала приходится снижать скорость сканирования.

Так, в спектрофотометре ИКС-29 время прохода по всему спектру составляет от единиц до десятков минут. Это приводит к большой длительности процесса измерений и делает способ неприменимым при массовом контроле полупроводниковых слоев в производственных условиях.

Цель изобретения – повышение производительности измерения.

Поставленная цель достигается тем, что на измеряемый слой направляют монохроматическое излучение, а затем регистрируют отраженное от слоя (или прошедшее через него) излучение и путем измерения угла падения излучения на измеряемый слой получают угловую зависимость интенсивности отраженного слоем (или прошедшего через него) излучения, а по угловому расстоянию между экстремумами полученной зависимости определяют толщину слоя.

Согласно общей теории интерференции коэффициент отражения излучения Q является функцией угла падения (при заданном значении толщины отражающего слоя). При изменении толщины слоя картина углового распределения интенсивности отраженного излучения изменяется.

На фиг. 1 и 2 сопоставлены картины угловой зависимости отраженного излучения ($Q = f(\varphi)$, где Q – коэффициент отражения; φ – угол падения луча на образец) для двух значений толщины слоя кремния: $d = 5$ мкм и $d = 15$ мкм.

Проведенные расчеты для целого ряда толщины кремния в описанной системе позволяют выделить следующую закономерность. Для всех толщин слоя кремния на всех угловых зависимостях интенсивности отраженного сигнала имеется минимум, очень близкий к углу, равному 30° . Разность $\Delta\varphi$ между этим углом и углом следующего

за этим минимумом следующим максимумом интенсивности, как следует из данных, подчиняется закономерности, которая изображена в виде функции $\Delta\varphi = f(d)$ на фиг. 3.

Таким образом, если определить угловую зависимость коэффициента отражения (Q), падающего на образец излучения для искомого слоя пленки кремния (или другого прозрачного материала для выбранной длины волны), то из этой угловой зависимости определяют разность углов $\Delta\varphi$ и по графику $\Delta\varphi = f(d)$, изображенному на фиг. 3, находят толщину пленки d .

Измерение угловой зависимости коэффициента отражения можно производить намного быстрее, чем сканирование по длине волны по известному способу, так как в отличие от известного можно использовать монохроматический непрерывно действующий источник излучения, который имеет большую интенсивность луча. Тем самым, для получения равного отношения сигнал-шум в предлагаемом способе требуется меньше времени измерения, чем в известном.

Способ реализуется устройством, изображенным на фиг. 4.

Устройство содержит источник 1 монохроматического излучения (лазер), блок 2, предназначенный для направления луча в исследуемую точку образца 3 и изменения угла падения луча (например, пантограф с подвижными зеркалами); а также для направления отраженного луча 4 на фотоприемник 5, и блок 6 регистрации.

Устройство, реализующее предлагаемый способ, работает следующим образом.

От источника 1 излучение через блок 2 поступает на образец 3. Толщину слоя которого необходимо измерить. Отраженный от образца 3 луч 4 попадает (через блок 2) на фотоприемник 5, от которого поступает сигнал на блок 6 регистрации.

С помощью предлагаемого устройства, изменяя угол падения луча, снимают угловую зависимость величины сигнала фотоприемника 5 от угла падения луча, определяют угловое расстояние между экстремумами полученной зависимости и по нему с помощью заранее построенной калибровочной кривой определяют толщину слоя.

Формула изобретения

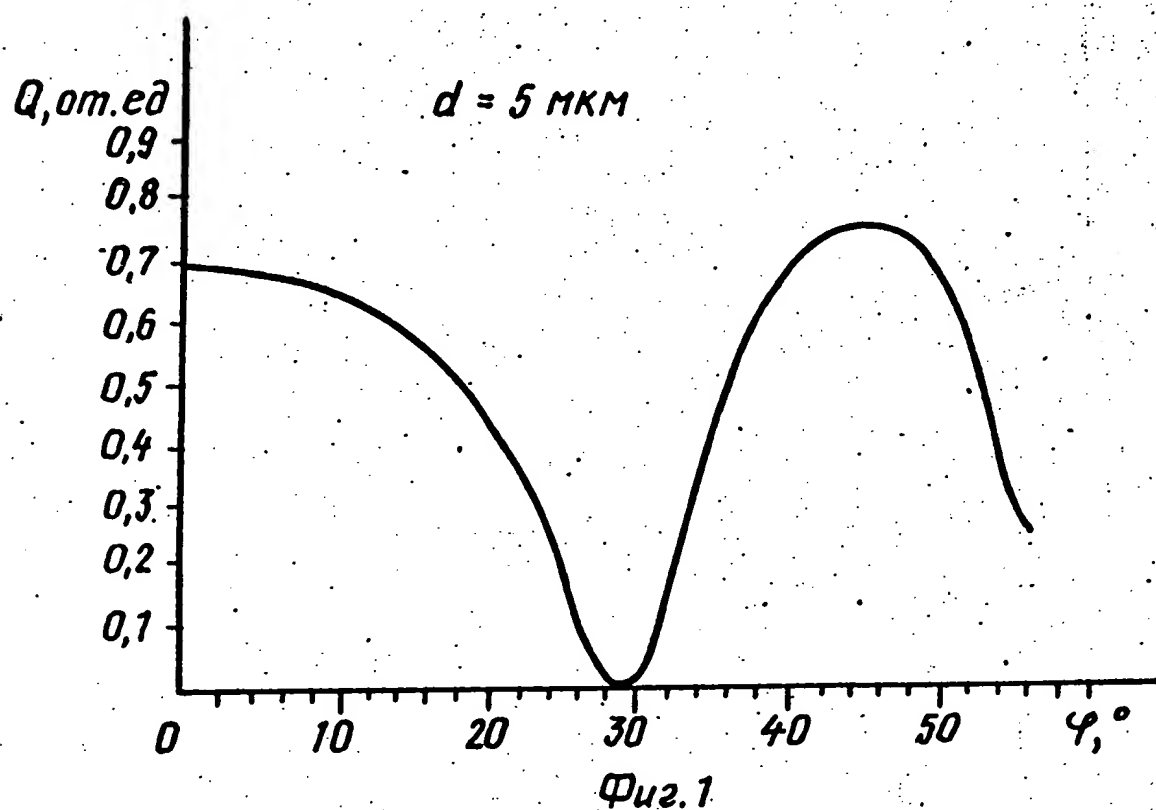
1. Интерференционный способ измерения толщины полупроводниковых слоев, заключающийся в том, что направляют на слой излучение, регистрируют интенсивность отраженного излучения, определяют положение его экстремумов и по расстоянию между

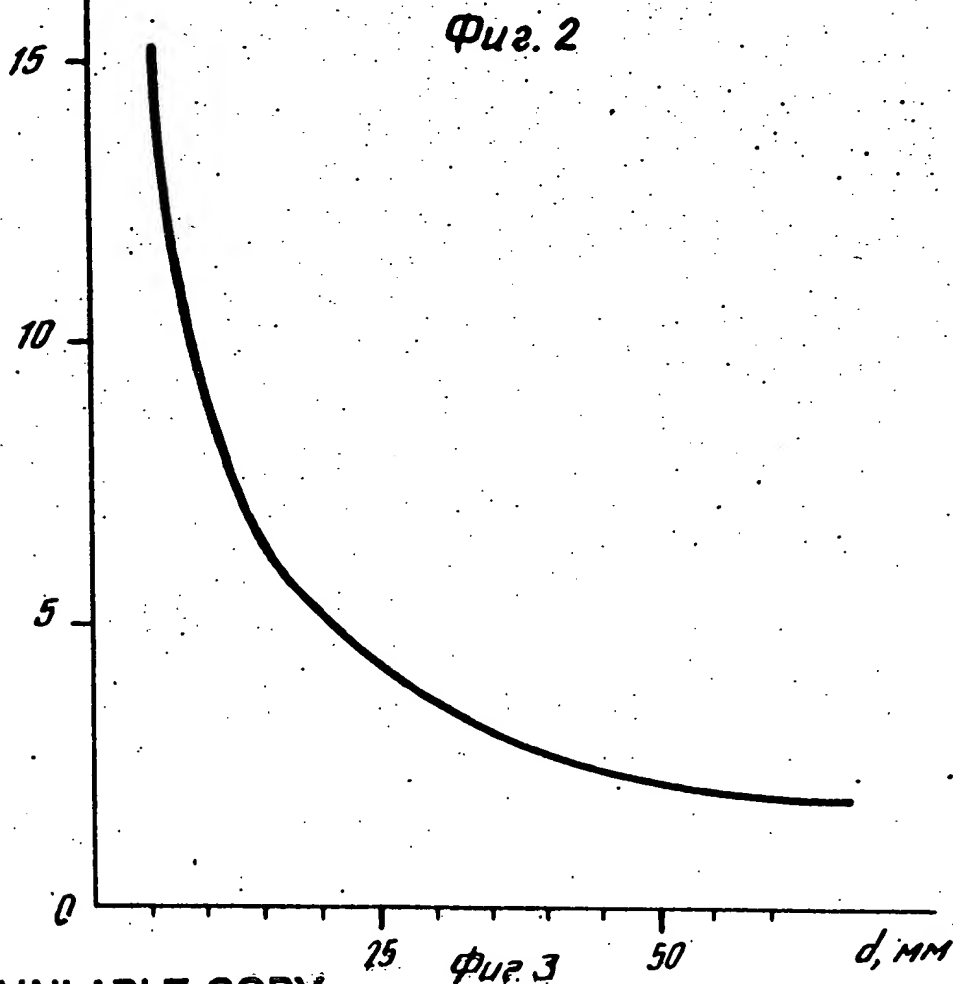
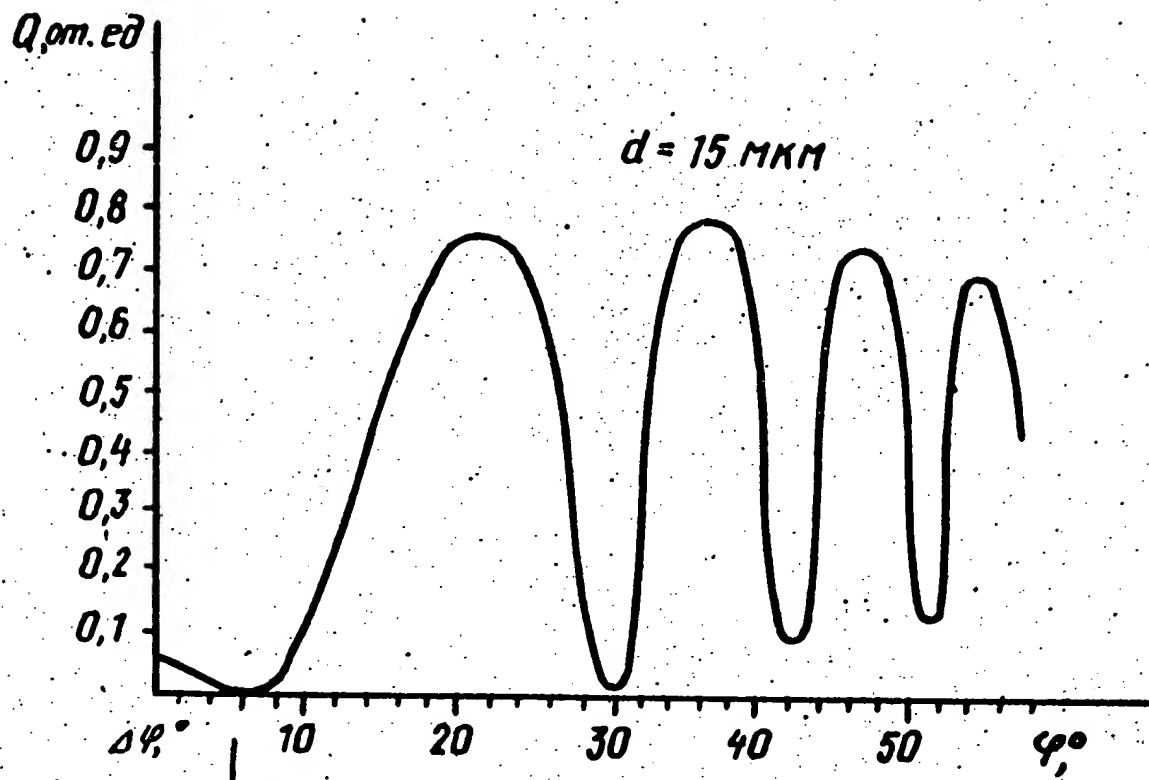
BEST AVAILABLE COPY

ними судят толщине полупроводник вог
слоя, отличающийся тем, что, с целью
повышения производительности измере-
ний, на сл й направляют п д разными
углами монохроматическое излучение, ре-
гистрацию излучения производят для раз-
ных углов падения излучения в выбранной
точке поверхности слоя, перед проведе-
нием измерений строят калибровочную зави-
симость интенсивности регистрируемого 10

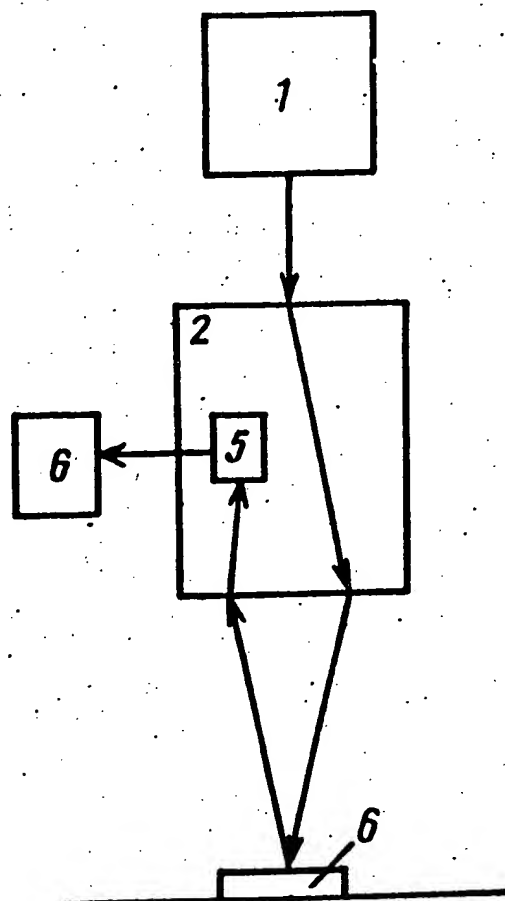
излучения т угла, определяют угловые по-
ложения экстремумов, а толщине слоя су-
дят по угл вому расстоянию между ними.

2. Спос б п п. 1, т л и ч а ю щ и й с я
тем, что о толщине слоя судят по угловому
расстоянию между минимумом интенсивно-
сти регистрируемого излучения, распо-
ложенным вблизи угла 30° , и ближайшим к
нему максимумом.





1747877



Фиг. 4

BEST AVAILABLE COPY

Редактор И. Сегляник

Составитель В. Костюченко
Техред М. Моргентал

Корректор Н. Ревская

Заказ 2492

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

SU 001747c77
JUL 1992

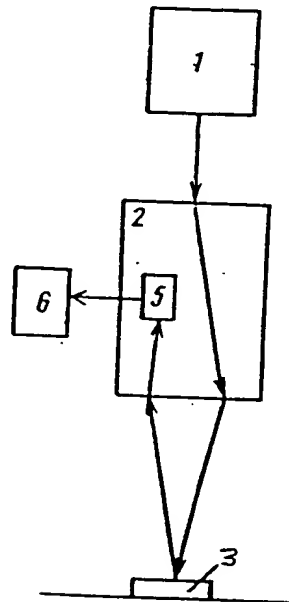
★ NWCO S02 93-218705/27 ★ SU 1747877-A1
Interference measurement of thickness of semi-conducting layers -
includes direction of monochromatic light at various angles onto
sample and plotting of angular dependency of reflected light
intensity

NW CORRESPONDENCE POLY 90.02.28 90SU-4796932
(92.07.15) G01B 11/06

A monochromatic light is directed from a source through a beam
directing unit onto a test sample (3) and a ray reflected from the
sample is passed through the directing unit to a photoreceiver (5),
passing a signal to a recorder (6). The angle of incidence is changed,
to obtain the angular dependency of reflected light intensity and the
result is calculated in terms of the distance between extrema of the
function.

USE/ADVANTAGE - For determin of thickness of semiconductor
films. Improved efficiency is claimed. Bul.26/15.7.92 (5pp
Dwg.No.4/4)
N93-167577

S02-A03B1



BEST AVAILABLE COPY

© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.
Derwent House, 14 Great Queen Street, London WC2B 5DF England, UK
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Blvd., Suite 401, McLean VA 22101, USA
Unauthorised copying of this abstract not permitted

 DERWENT